

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra městského inženýrství

Informační model budovy v provozu objektu aquaparku

Building Information Modeling in Aquapark Building Operation

Student:

Roman Mikulčík

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Ferko, Ph.D.

Ostrava 2016

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce Ing. Martina Ferka, Ph.D. a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č. 121/2000 Sb.).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., O vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Martinu Ferkovi, Ph.D. za odborné rady a náměty, panu Ing. Jiřímu Durdákovi za zpřístupnění objektu Aquaparku v Uherském Hradišti a poskytnutí materiálů.

ANOTACE

MIKULČÍK, R. *Informační model budovy v provozu objektu aquaparku*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 51s.

Bakalářské práce se zabývá metodikou informačního modelování a vysvětlení pojmů a definic této metodiky. Dále je zde řešeno jak tuto metodiku informačního modelu aplikovat na každou jednotlivou fázi stavby. Nedílnou součástí těchto fází je skupina lidí, kteří tyto jednotlivé fáze tvoří. Proto jsem se dále zabýval komunikací jednotlivých účastníků stavby a to především architektem, projektantem, zhotovitelem a facility managerem. Jako návaznost na tohle téma byl pro praktickou část vybrán aquapark v Uherském Hradišti. V praktické části je vytvořen 3D informační model aquaparku ve kterém je zakreslena vzduchotechnika, která je podstatou této práce. Na základě získaných dat jsou zjištěny nedostatky tohoto technického zařízení a závěrem je návrh nových řešení.

Klíčová slova: BIM, databáze, životní cyklus stavby, časové informace, software pro uživatele, aquapark, vzduchotechnická jednotka

ANOTATION

MIKULČÍK, R. *Building Information Modeling in Aquapark Building Operation*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, 2016, 51p.

This thesis deals with the methodology of information modelling and the explanation of terms and definitions of this methodology. It also solves how to apply this methodology of information model on an individual phase of construction. The integral part of these phases is the group of people who create the individual phases. Therefore, I deal with the communication of individual participants of construction, primarily with the architect, designer, contractor and facility manager. As for the continuity of this thesis, a aquarpark in Uherské Hradiště was chosen for the practical part. The 3D information model of the aquarpark together with air conditioning unit, which represents the core of this thesis, is created in the practical part. The defects of this technical device are then discovered on the basis of obtained data. There is suggestion of new solutions in the end of the thesis.

Klíčová slova: BIM, database, life cycle of buildings, time information, software for users, aquapark, air conditioning unit

SEZNAM ZKRATEK

apod. – a podobně

atd. – a tak dále

BIM – Informační model budovy

ČSN – Česká technická norma

DWG – Formát výkresů programu AutoCAD

FM – Facility management

IT – Informační technologie

NP – Nadzemní podlaží

obr. – obrázek

PP – Podzemní podlaží

SW – Software

TZB – Technické zařízení budov

VZT – Vzduchotechnika

ZZT – Zpětné získávání tepla

OBSAH

Úvod	11
1. Úvod teoretické části	12
1.1 BIM a jeho definice	12
1.2 Rozdílnost BIM od klasického navrhování	14
1.3 Pro koho je BIM důležitý.....	15
1.3.1 Investor	16
1.3.2 Architekt a projektant stavební části	17
1.3.3 Architekt	17
1.3.4 Projektant stavební části	17
1.3.5 Projektant částí pro TZB	18
1.3.6 Rozpočtář.....	18
1.3.7 Zhotovitel	18
1.3.8 Facility manager	19
1.4 Princip BIM databáze	19
1.5 Informační modelování.....	20
1.5.1 Klasifikace BIM na základě úrovně naplnění datového modelu.....	20
1.5.2 Data pro celý životní cyklus stavby.....	21
1.5.3 Komplexní 3D model	21
1.5.4 Negeometrické informace.....	22
1.6 Software pro uživatele BIM.....	25
1.7 Úroveň podrobnosti	26
1.8 Závěr teoretické části	26
2. Praktická část.....	28
2.1 Úvod praktické části	28
2.1.1 Předmět.....	29
2.1.2 Cíl	29
2.2 Sběr dat	29
2.3 Zpracování dat	30
2.4 Aquapark Uherské Hradiště.....	31
2.4.1 Historie aquaparku.....	31
2.4.2 Popis budovy	32
2.5 Popis jednotek vzduchotechniky	35
2.5.1 Jednotka plaveckého bazénu	36
2.5.2 Jednotka výcvikového bazénu.....	37

2.5.3	Jednotka relaxačního bazénu	37
2.5.4	Jednotka tobogánu	38
2.6	Tvorba BIM modelu	39
2.6.1	ArchiCAD.....	39
2.6.2	TZB modelář	40
2.7	Řešená vzduchotechnická jednotka obsluhující tobogán.....	40
2.7.1	Popis problémů.....	41
2.7.2	Návrh řešení.....	43
2.8	Závěr	44
2.9	Seznam použité literatury	46
2.10	Seznam grafů.....	48
2.11	Seznam obrázků	49
2.12	Seznam příloh.....	50
2.13	Seznam výkresů.....	51

Úvod

Bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních kapitol. První část je teoretická, která se věnuje problematice informačního modelování, životního cyklu staveb a dále popisu pro koho informační model slouží. V praktické části je aplikována metoda informačního modelu na objekt aquaparku se zaměřením na vzduchotechniku.

Předmětem mé bakalářské práce je problematika tzv. Informačního modelování budovy, dále jako BIM (Building Information Model). Dalším bodem je 3D model budovy aquaparku, ve kterém jsou zaznačeny rozvody vzduchotechniky. Pro tuto budovu je vzduchotechnika nejdůležitější částí, tudíž toto technické zařízení bude podstatou a výsledkem praktické části.

Cílem bude tedy představit problematiku z odvětví informačního modelu budov a použít tuto teoretickou část na praktickou z pohledu využití 3D modelu facility managerem ve fázi provozní. Jedná se tedy o vytvoření 3D modelu aquaparku ve kterém bude řešena vzduchotechnika a to v rámci provozu, kdy facility manager sbírá data a na základě těchto informací zjišťuje nedostatky zařízení. Závěrem praktické části je vyřešení vzniklých problémů a navržení nových řešení.

Tímto úvodem jsem Vám chtěl představit svou teoretickou část Informační modelování budov, která je již známá několik let a v poslední době je velmi vyzdvihována, ale z mé strany novou zkušeností, kterou bych se chtěl v budoucnu zabývat ať už ze strany projektanta nebo ze strany facility managera a to je ten hlavní důvod proč jsem si tohle téma vybral jako svou bakalářskou práci. V tomhle odvětví vidím budoucnost, která v oblasti návrhů, postupů, komunikace, řešení kolizí, užívání stavby, atd. posune jednotlivé fáze stavebních procesů na vyšší úroveň.

1. Úvod teoretické části

V první řadě je důležité vědět, že oblast kolem problematiky informačního modelování (dále BIM) zahrnuje všechny účastníky návrhového a stavebního procesu. Její použití do praxe znamená změnit dosavadní systém práce. Nejen z tohoto důvodu vzniká v květnu 2011 Odborná rada pro BIM, která byla první organizací v ČR a „její plány spočívají ve věnování a prosazování Informačního modelu budov do odborné praxe na úrovni všech účastníků stavebního procesu v rámci celého životního cyklu stavby“. [1]

První zmínka o Informačním modelu budovy byla již v sedmdesátých letech. Dnes je většinou pro lidi co tento výraz slyší poprvé nebo mu nevěnovali větší pozornost, pouze jako software. Pro vytvoření informačního modelu (BIM) je software nutný, ale musíme ho chápat jako sjednocený proces 3D modelu a aplikovaných informačních dat. Nicméně díky inovacím v oblasti informačních technologií by myšlenky principu informačního modelu budovy bez softwaru a hardwaru těžko vznikaly. [1]

1.1 BIM a jeho definice

„Model v digitální formě představuje fyzický a funkční objekt s jeho charakteristikami. Slouží jako viditelná a otevřená databáze informací o objektu pro jeho zrealizování a provoz po dobu jeho životnosti“. [1]

Informační model budovy si lze představit jako digitální informační databázi, která zahrnuje kompletní data budovy od prvotního návrhu, výstavby, správy budovy eventuálně rekonstrukce až po konečnou fázi, její demolici, včetně celkové likvidace stavebního materiálu a uvedení staveniště do původního stavu. Tudiž všechny informace, které se dají využít v průběhu celého životního cyklu budovy. Je to databáze, do které přidávají všichni účastníci stavebního procesu svým podstatným dílem. Pro nejvyšší možné použití metody BIM, by neměl žádný z účastníků stavebního procesu zavrhnout své příspěvky do tohoto modelu. Omezuje se tím využitelnost informačního modelu. Výhodou tohoto zásadního principu spolupráce je neomezený přístup k informacím o budově. Důležitým faktorem je, aby všichni účastníci procesu návrhu stavby vložili a tím sdíleli informace, které jsou pro ostatní účastníky dalších procesů stavby důležité. [2]

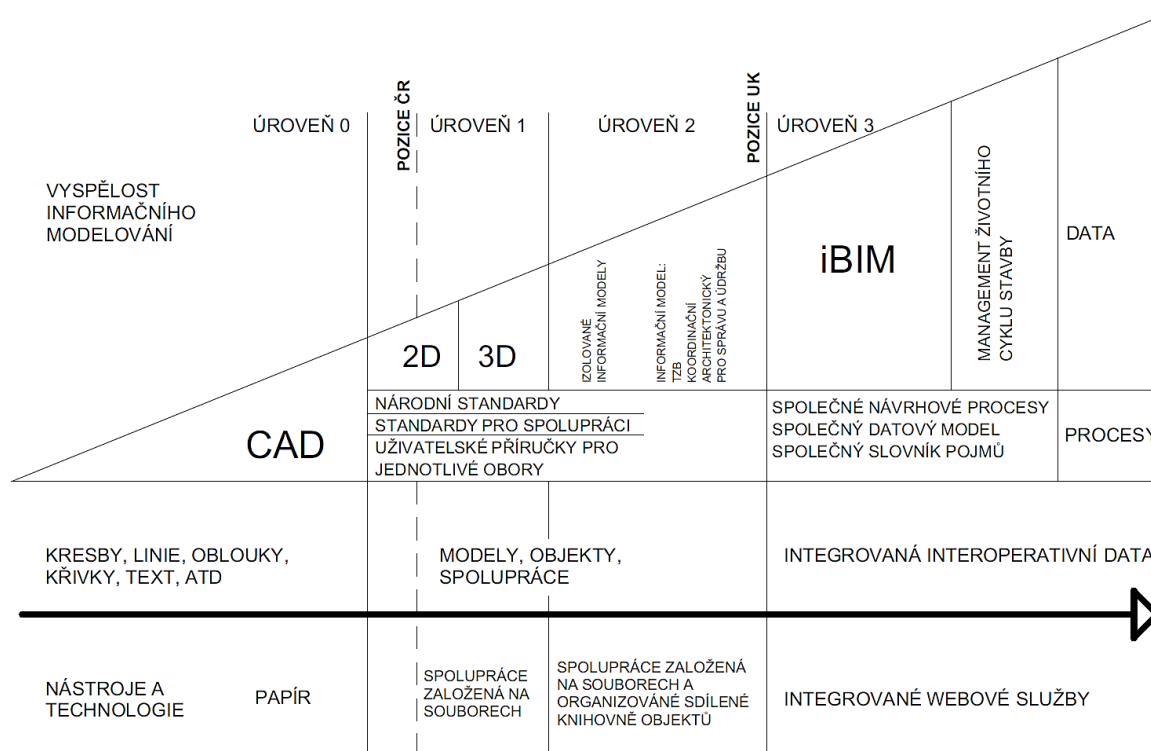
Jednotlivé části stavby, které jsou negrafické a doplňující informace mohou obsahovat užitné, materiálové a konstrukční vlastnosti, pozice v harmonogramu výstavby, harmonogram výměn, revizí a kontrol, náklady provozní a investiční a mnoho další. Tento model zajistí vytvořit skutečný objekt, který slouží při přípravě a realizaci, ale také při užívání budovy, rekonstrukci popř. demolici stavby. [2]

Písmeno B jako budova ve zkratce BIM, můžeme vnímat jako nasazení informačního modelu budovy jako nové metodiky, která může reprezentovat jakoukoli stavbu. Uplatnění je nejen v odvětví pozemních staveb, ale také např. v dopravním stavitelství nebo vodohospodářství. Písmeno I jako informace představuje práci s informační databází, kde se využívají informace o stavbě z různých etap jejího životního cyklu a to je od návrhu přes realizaci až po demolici. Záměrem je komunikace všech účastníků, kteří se podílejí na jednotlivých částí projekčních činnostech, při přípravě s právě budovy. Modelování jako písmeno M je úzce spojeno s návrhem stavby. Model souvisí s koncepční projektovou prací, aktualizací projekčních dat v informační databázi, tak že aktuální data o stavbě jsou přístupná všem účastníkům stavebního procesu. Řízení projektu je spojení managementu s informačním modelem a velmi často jsou tyto kroky sdružené v případech zakázek ze strany generálního dodavatele stavby a jeho dodavatelů. K uloženému datovému modelu mají všichni vzdálený přístup a to díky nejnovějším inovacím v oblasti technologie. Přístup k těmto digitálním datům můžeme zajistit pomocí telefonu, tabletu či notebooku a to vždy s aktuálními daty a to v jakýkoli čas na jakémkoli místě. Databáze informací o budově získané během přípravy a realizace kolaudací nekončí, ale právě ve chvíli užívání objektu, kdy je tato etapa nejdelší se teprve díky těmto datům najde uplatnění a to při správě a údržbě budovy. Z tohoto důvodu je jednoznačné, že zavedení metodiky BIM je pro tuto fázi objektu jedno z nejdůležitějších a pro investora motivací. [3]

1.2 Rozdílnost BIM od klasického navrhování

Hlavním významným rozdílem BIMu od klasického navrhování staveb je posunutí od obvyklého způsobu vytváření podkladů k 3D modelování a cílené práci s informacemi. S tímto souvisí změna, kvůli které je nutnost modelování ve 3D spojena s představivostí. Představivost je přirozené vnímání, a proto si můžeme představit vytvořený 3D model, který je jako koncept jednotlivých částí stavby a dílů, které mají tvar a svou charakteristickou hodnotu. [1]

Je důležité dosáhnout velké efektivity a proto spolupráce mezi všemi účastníky výstavby, především mezi jednotlivými profesemi je velmi podstatné a taky klíčové pro zástupce investora, zhotovitele a uživatele či správce budovy. Především koordinační procesy (kolize, výměna dat, revize, úpravy parametrů aj.) jsou významné pro správné fungování BIM. Koordinace je při standardním návrhu stavby také důležitá, ale BIM tuto koordinaci posouvá na mnohem vyšší úroveň. [2]



Graf 1 - Vývoj navrhování [1]

Na uvedeném diagramu je vyznačena přibližná pozice ČR, kde je podle úrovně vyznačen vývoj od navrhování s využitím CAD systému, přes část jednotlivých standardů a přechod k projektování 3D modelů až po informační integrované modelování.

Dle tohoto rozdělení můžeme ČR zařadit do první úrovně. Je to hlavně z důvodu, že i když architekti používají 3D modely, tak z větší části se stále používá standardní 2D dokumentace. Také z jedním důvodů zařazení ČR na takovou pozici je, že neexistují standardy pro BIM na žádné úrovni. Z tohoto důvodu se dá usoudit, že BIM nemá žádné podklady, aby byl využíván ve větším rozsahu. [1]

1.3 Pro koho je BIM důležitý

Investor především využívá služeb autorizovaných specialistů, sdružených v komoře architektů nebo komoře autorizovaných inženýrů a techniků. Tito specialisté ve spolupráci s investorem vypracují návrh plánovaného záměru. Navrhování a modelování v této fázi výstavby dovoluje vzájemnou informovanost o jednotlivých částech plánované výstavby, která je zatím v podobě virtuálního modelu. Vznikne-li v dalším postupu výstavby tento model jako projekt, který lze použít ve fázi užívání objektu, BIM modelování dosáhlo svého cíle. [7]

Dále je tu výběr zhotovitele stavby, který po kolaudaci předá stavbu uživateli, který zahájí právě tu etapu, kvůli které vznikly první myšlenky a kvůli které byla zahájena výstavba, tedy etapa užívání. Etapa, která je nejdůležitější, nejdražší a nejdelší a systém, který plní to, že budova a lidé a technologie v ní mohou plnit své funkce, se nazývá facility management. [15]

Většina z těch, kdo se seznámil s podstatou BIM zjistil, že kladů je mnohem víc než záporů. A to především na různých úrovních od koordinace profesí a zjištění kolizí přes výkresovou dokumentaci a provádění změn až po integrovaný přístup k navrhování, kdy mohou odborníci a technici změnit své naprojektované části. Důležitým poznatkem je přínos v oblasti správy majetku. V tomhle směru můžeme říct, že se informace a data shromažďují po celou dobu výstavby jednotlivých fází a tím jsou nashromážděny pro zodpovědné spravování majetku. [15]

Shrnutí nejpodstatnějších přínosů informačního modelování:

- „úspora nákladů a času počítaná za celý životní cyklus stavebního díla,
- zlepšení komunikace mezi účastníky stavebního procesu,
- zlepšení kontroly stavebního procesu,
- zlepšení kvality výsledného díla,
- zvýšení transparentnosti a lepší přístup k informacím při rozhodování v různých etapách životního cyklu stavby,
- ochrana životního prostředí díky možnostem simulací v etapě přípravy projektu,
- snadnější možnost zpracování variant“. [1]

Využití BIM nám ale také přináší problémy, které můžou nastat a zde jsou ty nejpodstatnější:

- „Chybějící požadavky ze stran investorů, uživatelů, správců,
- Zpracování jednotlivých stupňů dokumentace různými autory (zpracovateli)
- Skutečná cena projektových prací a přílišná cena, která se projevuje v nižší kvalitě návrhu,
- Chybějící odborníci pro koordinaci projektu metodikou BIM,
- Neochota k aplikaci nových změn,
- Zvyklosti z tvorby 2D dokumentace – způsob kreslení a obsah dokumentace,
- Chybějící pravidla (normy) pro formální stanovení procesů,
- Celková cena zavedení BIM – software, nastavení procesů ve firmě, školení pracovníků“. [1]

1.3.1 Investor

BIM slouží svým hlavním přínosem z hlediska investora pro kontrolování návrhu projektu. Není nutné vždy vytvářet znovu nový analytický model z důvodu toho, že se mohou například posudky a kontrolní analýzy zpracovávat postupně a během času se tyto data můžou detailněji zpřesňovat. Musíme si ale uvědomit, že tímto postupem je navrhování stavby o něco náročnější a proto je nutno do něho investovat více prostředků. Podstatou tohoto postupu by měl být rychlejší a kvalitnější návrh stavby, který bude směřovat k levnější realizaci a následnému levnějšímu provozu. Jednou z velkých výhod je, že pokud už při počáteční fázi, což je fáze předinvestiční, kdy vznikají myšlenky a návrhy a pokud jsou tyto návrhy zpracovávány jako informační model a jsou už i v počáteční fázi zapojeni odborníci

a technici profesí jako například statici, architekti, rozpočtáři, odborníci na facility management, odborníci na technické zařízení budov a další, je mnohem jednodušší najít v této počáteční fázi různé chyby a nedostatky a tím všechny nalezené problémy odstranit. Odstraněním těchto chyb umožňuje, aby výsledná stavba byla optimální v oblastech ceny, energie a uživatelského komfortu. A to je pro investora z hlediska prokazování kvality důležitým faktorem. “Pokud porovnáme podíl nákladů na návrh stavby (projekt) a celkové náklady (realizace a provoz stavby), zjistíme, že zdánlivě dražší, ale kvalitnější návrh se vyplatí“. [8]

1.3.2 Architekt a projektant stavební části

Už v počátku úvodních fází návrhu se vytváří různé analýzy (cenové, energetické, nabídkové, dodavatelů atd.) a tyto analýzy se provádí už na základním 3D modelu stavby, tím se docílí efektivnější spolupráce na vytvoření kvalitního návrhu, aniž by se musel dodatečně předělávat hotový projekt stavby. Pokud vzniklé problémy zavčas odstraníme ještě před realizací, tím zajistíme provádění bez zbytečných kolizí, časových ztrát a také cena nebude zbytečně narůstat.

1.3.3 Architekt

V 3D programech vznikají prvky jako je zeď, podlaha, okno, střecha, nosník, ale to je všechno co se v projektování (3D modelu) vyskytuje. S použitím BIM modelu můžeme k těmto prvkům přiřadit vlastnosti jako například materiál, dodavatel, výrobce, cena a další. Každý z těchto prvků je nadále zařazen do vrstev (oddílů), které jsou postupně zařazeny do struktury stavby a umožňuje tak prvek lokalizovat. Každý prvek má informaci o místnosti ve které se nachází, k této místnosti je přiřazeno podlaží a tohle podlaží náleží budově, která je přiřazena pozemku. „Toho je možné využít například pro topologickou analýzu návrhu stavby“. [6]

1.3.4 Projektant stavební části

Architekt předává svůj vypracovaný 3D model projektantovi společně s obsahujícími informacemi a dává mu zároveň představu o vytvořeném objektu. Nemělo by se tedy stát, že by projektant z důvodu špatné představivosti nebo špatného čtení výkresů nepochopil záměr architekta (návrh). Tudíž tento 3D model je pro projektanta důležitým začínajícím

bodem pro jeho další návrhy. Projektant tedy může podrobit model analýze proveditelnosti, doplnit specifické vlastnosti jednotlivých prvků a částí stavby a vyřešit detaily a kolize konstrukcí. V případě nejasností nebo při nutné změně tvaru stavby je díky nástrojům pro tvorbu BIM jednodušší tyto změny konzultovat s architektem, který vidí, že tato část byla zpracována projektantem a společně vymyslí jiné řešení. [1]

1.3.5 Projektant částí pro TZB

Pro tuhle část technického zařízení budov jsou nezbytně nutné předchozí průběhy, protože již vzniklé návrhy jsou používány v dalších etapách stavebního procesu. V této části projektování je BIM velkou výhodou, kdy je možné ještě před samotnou realizací stavby zkontrolovat například vedení vzduchotechnických a zdravotnických potrubí a zabránit tak možným kolizím, které by na stavbě měly za následek prodražování stavby. Přínosem této technologie bude nejen ušetření peněz, času dodavateli stavby, ale i investorovi. BIM můžeme využít i při používání systému budovy, pokud tedy byly navrženy tyto systémy automaticky regulovatelné. [1]

1.3.6 Rozpočtář

Základ rozpočtování je sestavit rozpočet, ve kterém budou zahrnuty všechny náklady, které jsou nezbytně nutné pro realizaci stavby. Jsou zde například stavební činnosti a tyto náklady se musí zařadit do jednotlivých skupin, tak aby byly srozumitelné pro všechny účastníky procesu návrhu stavby. Pokud má rozpočet sloužit jako komunikační prostředek, musí být dohodnuta i pravidla, které definují, jak má být sestaven. Je důležité, aby byla struktura nákladů jednoznačně definovaná, aby se určité náklady nezapočetly vícekrát nebo se na nějaké nezapomnělo. V rozpočtování jsou dvě základní činnosti – tvorba výkazu výměr a vlastní oceňování, které vyžadují odborný přístup rozpočtáře k analýze jednotlivých stavebních prvků, materiálů a jejich provádění. „V závislosti na fázi projektu, a tedy i podrobnosti projektové dokumentace, musí rozpočtář pomocí dostupných oceňovacích podkladů stavbu co nejpřesněji ocenit.“ [1]

1.3.7 Zhotovitel

Pro zhotovitele představuje BIM především aktuální a spolehlivou dokumentaci stavebního projektu. Nicméně zhotovitel není pouze uživatelem modelu, ale zároveň důležitým

spoluautorem, protože aktualizuje model v závislosti na skutečném stavu stavby a použitých výrobcích. Zhotovitel má tak v ruce aktualizovanou a dostupnou dokumentaci s kvalitními návrhy a může tak jednoduše zjistit kolize a tudíž eliminovat vzniklé chyby. Další výhody, které jsou pro zhotovitele důležité je kontrola dodržování časového a finančního plánu, rychlejší zpracování výkazů výměr a celková koordinace na stavbě. V tomto směru je role zhotovitele zcela zásadní, pokud má být model dále použit pro správu a údržbu nemovitosti. [11]

1.3.8 Facility manager

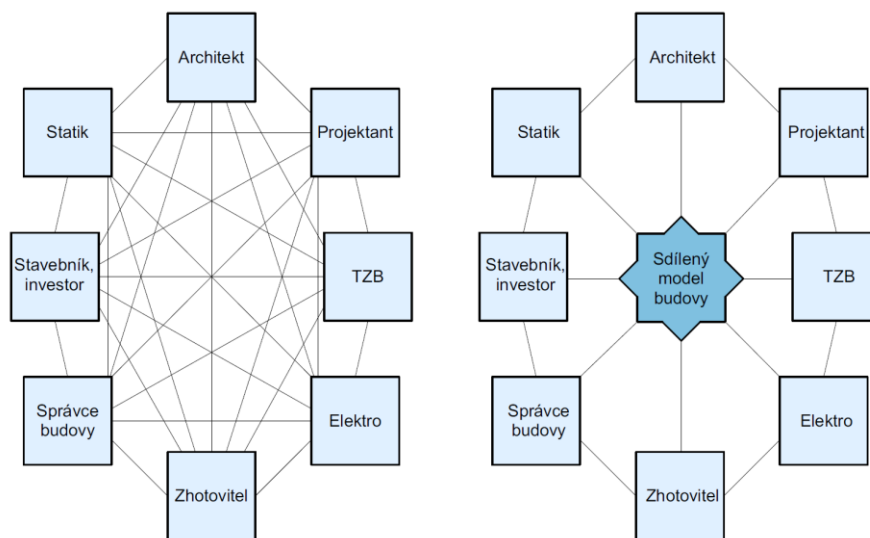
Facility manažeři jsou především správci budovy, kteří by měli být u všech fází výstavby. Jsou to inženýři takových profesí jako ti, kteří tvoří a připravují výstavbu. Každodenní práci FM je plánování, vytváření a vylepšování vnitřního prostředí a úroveň služeb za minimálních nároků, aby efektivně pomáhali hlavními činnostmi společnosti. Během své činnosti řeší problémy, podobné těm s jakými se podotýkali inženýři, kterou budovu navrhovali a realizovali. Ale mají při tom jednu velkou výhodu, již při návrhu a realizaci byly nalezeny kolize, chyby a bylo do modelu přidáno spoustu informací, které slouží FM jako podklady pro vymyšlení správného chodu budovy. Ani dobrý návrh a realizace nezajistí budově po několika letech užívání nejlepší fungování a povoz. FM monitoruje změřená data o způsobech chování lidí v budově, o velikosti energetických spotřeb a nákladech, o četnosti kolizí s vybavením a technologiemi a na základě těchto dat lze na úrovni FM zpracovat návrh pro vyřešení vzniklých situací. [16]

1.4 Princip BIM databáze

Pracovní postupy a pracovní vztahy, to jsou činnosti, které se podílejí na životním cyklu stavby, a proto je podstatné používat efektivnějších cest a to je společná BIM databáze, která je důležitá ke správné realizaci stavebního díla. Příkladem této databáze je 3D model a 2D výkresy. Pokud se projeví změna ve výkrese, tak se automaticky aktualizuje i 3D model a naopak. [17]

Pokud chceme standardně projektovat, tak i sdílení našich dokumentů bude standardní. Znamená to, že musí probíhat komunikace každý s každým a že se ne vždy pracuje s aktuálními informacemi. Podstatou BIM databáze je, že se pracuje pouze s jednou

společnou databází informací. “Vytáhnu si to podstatné, zpracuji a dám zpět do databáze“. Každý má vždy k dispozici aktuální data. [17]



Obr. 1 - Sdílení databáze mezi účastníky výstavby [17]

1.5 Informační modelování

Digitální doba se promítá do digitálního modelování stavby. Digitální model postupně doplňovaný o detaily prvků a jejich vazby o fyzikální a popisné charakteristiky, je v této době žádoucím vývojem. Podle modelu si projektanti představí dané možnosti stavby a můžou s nimi provádět různé analýzy a simulace. Různé simulace jako například proudění větru, sluneční svit, náklady celého životního cyklu a právě tyto simulace jsou často podkladem pro nastavení požadavků technologického systému či jiných systémových řízení. U analýz nákladů můžeme zjistit správný poměr mezi investičními a provozními náklady a díky simulaci provozu budovy můžeme vytvořit odhad o budoucích provozních nákladech.

1.5.1 Klasifikace BIM na základě úrovně naplnění datového modelu informacemi

BIM 1 – Výkresy, které jsou automaticky generované, zabezpečují kvalitu a bezchybnost dokumentace, ale v další úrovni BIM tyto 2D výkresy ztrácí svůj účel. Důležitější využití zajišťuje 3D model a jeho možnost vizualizace jako např. technologických celků a konstrukčních detailů. [4]

BIM 2 – Analýzy, které navazují na 3D model můžou usnadnit energetické výpočty, hodnocení trvale udržitelného rozvoje užívání budovy a shromažďovat klady certifikace zelených budov. [5]

BIM 3 – Dnešní simulace nákladových a časově plánovacích fází nemůže zohlednit více dílčích analýz, ale v budoucnu simulace v informačním modelu již tyto analýzy zohlední v jeden celek a chování budovy bude následně sledovat v reálném čase. [5]

BIM 4 – Ve fázi užívání jsou již dostupná data z dřívějších úrovní, která odpovídají skutečnému provedení stavby a tyto data se v této fázi aplikují a dále se využívají ke správě majetku, správě prostor, správě a inventarizaci movitého majetku. [5]

1.5.2 Data pro celý životní cyklus stavby

Data získaná již dříve během průběhu fází předrealizační a realizační a následně tím vytvořenou dokumentací pro skutečné provedení stavby, jsou data BIM modelu předurčeny k dalšímu používání především pro fázi užívání stavby. Datový model je především důležitý pro provozovatele budovy, neboť model obsahuje (resp. měl by obsahovat) všechny důležité strojní součásti budovy včetně jejich konkrétní pozice a charakteristických dat. [1]

Můžeme využít aplikací, které převedou datový model do FM systému a rozšíří tak stávající informace o prvcích pomocí připojených dokumentů, nastavením plánu údržby, atd. Tento výsledek je velkým přínosem jak pro investora, tak pro tvůrce projektové dokumentace. [1]

1.5.3 Komplexní 3D model

Tvorba 3D modelů a následné vytváření 2D dokumentace vede k velkému množství výhod, ale i problémů. Hlavní výhodou je jednodušší představa prostorově složitých míst a tím vzniká jednoduchá komunikace mezi investorem, architektem, technickým inženýrem a dodavatelem stavby díky vytvořené vizualizaci. Výhodou celkového 3D modelu s velkým obsahem informací je tvoření výkazu výměr, který je totožný s objemem a množstvím prvků, které byly do modelu zadány. Pozitivem je také návaznost prostorových vazeb jednotlivých částí či prostorů budovy. Největší výhodou 3D modelu je fotorealistická vizualizace, která je důležitým nástrojem jak pro dodavatele, tak pro investora. [14]

Není jednoduché vytvořit 3D model a následně z tohoto modelu vygenerovat 2D dokumenty, které by správně zobrazovaly řezy a pohledy. Pak se tyto 2D dokumenty musí pracně dopracovávat a tím je z důvodu špatné spolupráce softwarů, tento proces časově náročnější k vytvoření reálné vizualizace a zároveň dokumentů pro realizaci. V současné

době se pracuje pouze s 2D dokumentací a to z hlediska časového, ale i efektivnějšího. U vypracovaného 3D modelu můžeme už při studii vidět technicky složitá místa, která vedou k řešení projektanta už v raných fázích projektu. U 2D projektování se tyto složitá místa řeší až ve fázi projektu pro stavební povolení nebo ve fázi prováděcí dokumentace a v nejhorším se na tyto složitá technická místa přijde až v průběhu realizace. Tyto důležité technicky proveditelná místa mají zásadní vliv při řešení v počáteční fázi projektu na cenu projektového díla, nicméně k současnému fungování odevzdávání jednotlivých fází projektu je to vlastně komplikace. Z toho důvodu je nutné u BIM projektu změnit odevzdání jednotlivých fází projektu. Důležitým poznatkem je, že již v počátečních fázích projektové dokumentace je projekt řešen ve větším detailu, než v běžném provedení 2D dokumentace. V pozdějších stupních projektové dokumentace jsou do modelu přidávány podrobné informace, a proto je pro autory BIM modelu v počátečních fázích projektování velmi podstatné předání správného a detailního digitálního modelu třetím stranám nebo dalším technikům tvorby projektové dokumentace. [2]

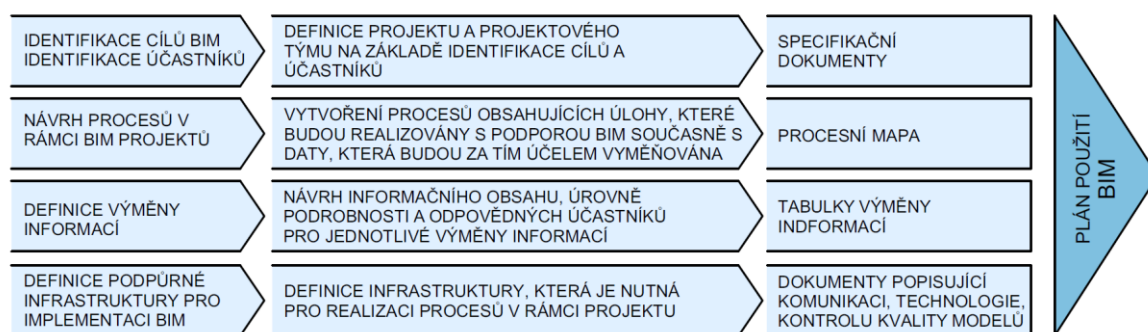
1.5.4 Negeometrické informace

4D – časové informace

Ve stavebnictví je časový plán, který tvoří jednu z nejdůležitějších složek stavby, což pro představu je jako rozvržení projektu v čase. BIM model dává virtuálnímu plánování jednoduchost, protože si tak můžeme stavbu vizuálně představit a rozdělit na jednotlivé části. O 4. rozměru BIM můžeme tedy říct, že je to rozšířený 3D model o parametr času. Projektování a plánování pomocí BIM modelu zjednodušuje prostorovou orientaci a koordinaci, rozvržení staveniště, přehled materiálů apod. Tento čtvrtý rozměr může také zahrnovat plán logistiky na staveništi a umožní vést stavební deník efektivněji a detailněji. Pomocí BIMu můžeme také kontrolovat a dodržovat bezpečnostní opatření na stavbě a dále evidovat výrobu, dopravu, subdodávky a tím tak ulehčuje a umožňuje vzájemnou koordinaci těchto činností. Již dříve zmiňované plánování je ve stavebnictví důležitou složkou, která je díky BIM modelu jednodušší. Při spojení BIMu s dnešními softwary, které slouží pro plánování, získáme plánování s ještě více detailnějším rozbořem, především díky reálné vizualizaci. [3]

Plán informačního modelování

Metodika BIM má být svou podstatou co efektivněji využita k naplnění cílů projektu ve smyslu času, kvality i ceny a proto je nutno pro každý projekt vytvořit plán informačního modelování. Tento plán je třeba vytvořit ve fázi předinvestiční a pro takové plánování existují různá doporučení a standardy, dokumenty a tabulky s typy dat v jednotlivých fázích návrhu, ale momentálně tyto dokumenty a podklady nebyly zpracovány pro české prostředí. Jedinou možností je se nechat inspirovat zahraničními materiály. [1]



Graf 2 – Časové plánování [1]

Plán informačního modelování má především ověřit účastníky projektu. Ověří každého účastníka, který se věnuje své části procesu informačního modelování. Tím je myšleno, že u jednotlivých účastníků specifikují procesy a jejich výkon. Na základě těchto procesů je vytvořená procesní mapa, která právě popisuje procesy během návrhu stavby a současně popisuje výměnu informací mezi účastníky stavby. V této procesní mapě pak najdeme typy informací a jejich návaznost v procesu návrhu stavby, také jsou zde informace týkající se zodpovědnosti za jednotlivé části výsledného modelu. Můžeme si to představit jako sloučení jednotlivých oborových modelů. Podstatou těchto procesů a informací je vytvoření důležitých výstupů. Jedním z možných a častých výstupů je matice s informacemi a účastníky stavebního procesu, kde jsou v plánu tyto informace a účastníci znázorněny a časově zařazeny v rámci projektu. V plánu může být i popis infrastruktury nebo definice smluvních vztahů mezi účastníky, kteří jsou zodpovědní za své činnosti jednotlivých fází modelu. [1]

Mezi významné přínosy patří:

- vizualizace projektového plánu v čase a prostoru,
- možnost sledování dodávky materiálu,
- zamezení kolizí z hlediska prostoru, ale i času, atd.

5D – cenové informace

Rozpočtování je další činnost důležitá k tvorbě ceny stavby, která může využít výhod stavby, která je zpracována jako BIM model. Architekti a projektanti se zabývají návrhem a projektováním, ale rozpočtář může využít výhod stavby, která je zpracována jako BIM model. Rozpočtář v dnešní praxi obdrží projekt v 2D formě buď v papírové nebo digitální formě a manuálně vypočte výkaz výměr, což je velmi pracné, časově náročné a můžou zde vzniknout chyby, které zapříčiní nepřesnost projektu nebo z při výpočtu výměr. Pokud použijeme BIM model místo 2D výkresů můžou se výkazy výměr, různé výpočty a měření generovat automaticky. Vzniklé změny se v modelu evidují a tím jsou data neustále aktualizována. Díky vizualizaci jde lépe porozumět návrhům a detailům a tak by se nemělo stát nedorozumění s úmysly projektanta. Při realizaci objektu dochází k procesům, činnostem a pracím, které graficky nelze zobrazit, proto musí rozpočtář do kvalitního oceňování vložit své znalosti a zkušenosti provádění. Rozpočtář, který odborně oceňuje, analyzuje prvky a materiály, práci a provádění. V případě, že není pro určitou část nebo prvek dostupná cena, je nutné jej rozložit na jednotlivé prvky, které se ocení jednotkovou cenou nebo se vytvoří vlastní ocenění. Pro správnost a kvalitativnost je pro BIM důležité jednotlivé vstupy a výstupy a proto je důležité definovat prvky a jejich parametry, vlastnosti, rozdělení, atd. Pokud nastane problém v pojetí stejných dat, musí se sladit přístup, tím že se vytvoří kompromisy z obou stran. Jedním z řešení může být vytvoření objektové knihovny, kde by cena byla jedním z parametrů objektu. Ale toto řešení lze použít pouze na vymezený počet objektů, nikoliv pro podrobné položkové rozpočty. [5]

V technické zprávě nebo v jiném textu či poznámce jsou popsány informace pro ocenění. Proto musí rozpočtář pro kvalitní a přesné ocenění tyto informace brát k zamyšlení. Při vytváření objektové knihovny je důležité zahrnout určitou podrobnost ohodnocení a efektivitu celého oceňovacího a projekčního procesu. Souhrnem se tedy dostáváme ke spojení BIMu s oceňovací databází a tím získáváme jeho 5. rozměr. Již ze zmiňovaných důvodů je třeba sladit objektové knihovny, tak aby objekty odpovídaly projekčním standardům a zároveň byly shromážděny tak, aby jim byla přiřazena jednotková cena. Je podstatné definovat parametry pro ocenění jednotlivých objektů BIM modelu a také je podstatné vytvořit 5D knihovnu nákladů, která bude představovat oceňovací databázi a umožní aplikovat ocenění v jednotlivých fázích životního cyklu projektu. Bez toho aniž by byla přímá vazba mezi BIM objektem a oceňovací databází, nelze provést synchronizaci obou stanovisek a tím potvrdit přesné ocenění. „Efektivita oceňovacího procesu ušetření

času musí být vyšší než čas vynaložený na rozbor a překonávání rozdílů mezi modelem a databází“. [1]

1.6 Software pro uživatele BIM

Podstatou konceptu BIM je sdílení informací. Pro vytvoření BIM modelu slouží uživatelům jako jsou architekti a projektanti BIM softwary. Je důležité mít kvalitní a stabilní software pro vytváření těchto informačních modelů a proto zde uvedu ty nejrozšířenější.

ArchiCAD od společnosti Graphisoft je nejčastěji používaný software pro BIM projektování staveb. Už od svého počátku používá 3D systém a v nynější době je to jeden z nejpropracovanějších BIM softwarů na evropském trhu. Zahrnuje nástroje pro výstupy, modelování, energetické analýzy, ale také nově obsahuje nástroje TZB. Také nově tento software používá sdílené cloudové uložení, díky kterému mohou uživatelé pracovat na jednom modelu z různých míst a jejich vytvořené změny se na modelu ihned aktualizují. [7]

Revit je také jedním z projekčních BIM softwarů patřící společnosti Autodesk. Pro tuto společnost je Revit hlavním softwarem pro projektování staveb. Obsahuje více prostředí pro navrhování a to prostředí architecture, structure nebo je možné pracovat v MEP, které je uzpůsobeno pro navrhování TZB. Tento software obsahuje také cloudové uložení. [7]

Autodesk má na svém seznamu více softwarů a jeden z nejpoužívanějších na světě od této společnosti je AutoCAD. Za dobu jeho existence proběhlo v softwaru mnoho změn jako nové nástroje a nadstavby, které ho vylepšují. Nicméně AutoCAD v porovnání s BIM softwary nedokáže přiřadit objektům žádné informace. Může pouze kreslit “čáry“ a to ve 2D nebo 3D rozhraní. [7]

AllPlan, který je od německé společnosti Nemetschek a je výborným projektováním BIM systémem, který je rozšířen mezi statiky, díky svým nástrojům pro statické výpočty a navrhování vyztužování. [7]

SketchUp , software od společnosti Google, který je velmi oblíbený u architektů, návrhářů interiérů a designérů. Je to nástroj, díky kterému je “skicování tužkou“ spojeno s digitální technologií. Vytváří jak 2D, tak i 3D objekty. [7]

1.7 Úroveň podrobnosti

Každý projekt využívající metodiku informačního modelu budovy BIM používá jistou úroveň detailu. Pokud je úroveň zpracovaných dat vyšší, tím je i hodnota BIM informací vyšší a tyto data můžou být použita pro další zpracování projektu. Proto je zpracování BIM rozděleno na tzv. úrovně podrobnosti (level of detail – LOD). Tyto úrovně se dělí na LOD 100, 200, 300, 400 a 500.

LOD 100 je úroveň celkového objemu modelu budovy, orientační plochy, umístění a orientaci ve 3D modelu. LOD 200, jednotlivé stavební prvky jsou jednoduše modelovány nebo seskupovány s přibližným množstvím, rozměry, tvarem, umístěním a orientací. K prvkům můžou být přiřazeny negeometrické informace. LOD 300, úroveň stavebních prvků je modelováno jako specifické skupiny prvků, kde je přesný počet, množství, rozměry, tvary, umístění a orientace. Mohou být přiřazeny negeometrické informace. LOD 400 je úroveň stavebních prvků, které jsou modelovány a specifikovány jako objekt s přesným rozměrem, umístěním tvarem a dále jsou zde informace o zhotoviteli a podrobné detaily. Možnost přiřazení negeometrických informací. LOD 500, stavební prvky jsou přesně modelovány s přesnými rozměry, tvarem, polohou a orientací. Model může být využit ve správě majetku a budov nebo pro stavební úpravy. [10]

1.8 Závěr teoretické části

Myslím, že problematika BIM je už jasně definovaná. V budoucnu je ale možnost, že se objeví něco na ještě vyšší úrovni než je BIM. V současné době ale vzniká rozpor mezi možnostmi informačního modelu a míry jeho využití v praxi, ale to jen z důvodu toho, že určité skupiny lidí nechtějí udělat nové změny ve svých zažitých a standardních postupech. Naopak existuje mnoho uživatelů, kteří vidí v této změně výhody, a proto využívají těchto nových postupů a aplikací.

V době, kdy je IT v rozvoji můžeme do budoucna počítat s tím, že shromáždění dat z více systémů nebude problém ke zpracování a sloučení v jeden jediný report. A možná nastane doba, kdy za pomoci IT technologie budeme moci simulovat pohyb jednotlivých pracovníků na stavbě, simulovat nečekané situace, evakuační trasy apod., z důvodů zvýšení bezpečnosti pracovníků nebo pro zvýšení úrovně byznysu společnosti.

Tímto jsem Vám chtěl představit problematiku teoretické části, kterou následně aplikuji na praktickou část a to ze strany jako projektant, který navrhne 3D model budovy a ze strany druhé jako facility manager, který řeší díky tomuto modelu problémy, které nastaly ve fázi provozu.

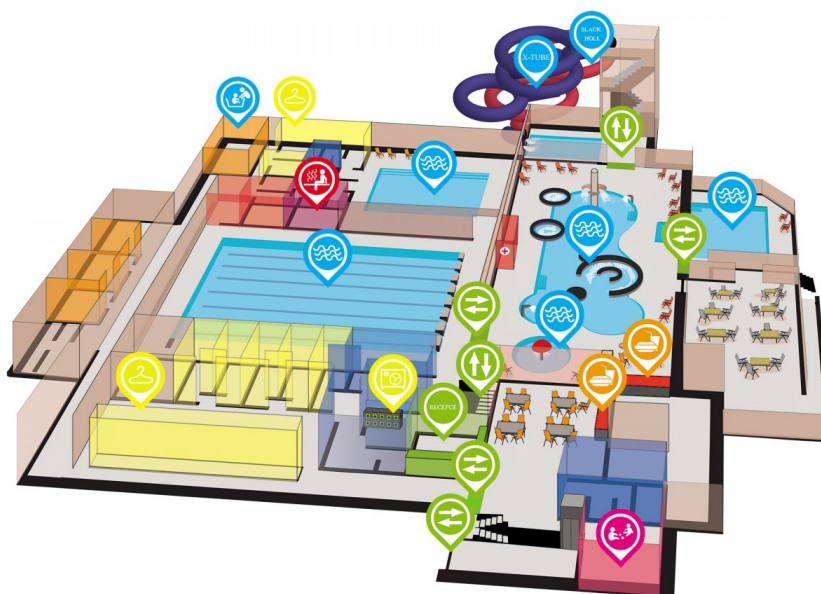
2. Praktická část

2.1 Úvod praktické části

Hlavním důvodem, proč bylo vybráno téma se zaměřením na BIM je nová zkušenost, kterou jsem chtěl získat a vyzkoušet, co opravdu tato metodika informačního modelování může nabídnout pro facility managera, který by chtěl tuto metodu s 3D modelem využít a aplikovat na provoz aquaparku v Uherském Hradišti. Nejdůležitější částí v tomhle objektu je především technické zařízení a i z pohledu pana ředitele Jiřího Durdáka byla tato možnost nejlepší variantou. Na následující schůzce jsme se společně shodli, že nejlepší volbou bude vzduchotechnika, která je “srdcem“ aquaparku. K této vzduchotechnice mi bylo poskytnuto převážné množství dat, informací, výkresů a podkladů. Objekt byl před 7 lety rekonstruován a k dispozici je pouze 2D dokumentace ve formátu dwg. Z důvodu velikosti stavby byly vybrány dvě vzduchotechnické jednotky, které jsem vyznačil v informačním modelu, ale pouze na jedné budu řešit vzniklé problémy. První jednotka sloužící pro plavecký bazén a druhá sloužící pro věž tobogánu. Tato druhá jednotka pracuje na plný výkon a i přes to se během provozu zjistilo, že její výkon je nedostačující. Vznikají zde problémy a časté poruchy a proto tato jednotka je mým hlavním řešením bakalářské práce.



Obr. 2 – Hlavní vstup do aquaparku [Zdroj:autor]



Obr. 3 – Schématická mapa aquaparku [18]

2.1.1 Předmět

Předmětem této části je metodika informačního modelování, tudíž 3D model se zakreslenou vzduchotechnikou. Problematika se bude týkat jedné, již dříve zmiňované jednotky. Pro velký rozsah problémů a rozsáhlosti tras vzduchotechniky je vybrána část pro obsluhu tobogánové věže. Během provozu byly zjištěny nedostatky této jednotky. Tyto problémy jsou podstatou řešení a výsledkem bude návrh na jejich odstranění.

2.1.2 Cíl

Informace a vědomosti získané z teoretické části použiji na vytvoření a zpracování 3D modelu do kterého následně zavedu data a tento celek bude tvořit databázi prvků a dalších informací o objektu. Zaměření je na vzduchotechniku, která bude součástí 3D modelu. Tato vzduchotechnika je problémovou částí aquaparku a poruchy, které vznikají při provozu budou mým řešeným tématem. Na základě získaných informací vyznačím tyto poruchy v 3D modelu a celkovým cílem (závěrem) bude navrhnout řešení pro eliminaci poruch a nedostatků.

2.2 Sběr dat

Téma bakalářské práce bylo vybráno a po první konzultaci s vedoucím bylo nutno vybrat objekt na kterém budu aplikovat získané poznatky z teoretické části. Druhů objektů na výběr

bylo více, jako např. Důl Hlubina v Dolní oblasti Vítkovic, fotbalový stadion v Uherském Hradišti nebo prostory leteckého závodu Let v Kunovicích.

První “kontaktovaný” objekt byl aquapark Uherské Hradiště. Po telefonickém spojení s ředitelem Jiřím Durděákem byla domluvena schůzka, na které jsem představil svůj záměr. Nejprve jsem pana ředitele seznámil s metodikou BIM a navrhl několik bodů, kterými bych se chtěl zabývat. Tyto body byly např. elektrický rozvaděč, postupy při výměně technického zařízení, zjišťování kolizí, vzduchotechnika atd. Na druhé schůzce měl pan ředitel jasno. Poslední dobou vznikaly problémy se vzduchotechnikou, a proto mi mohl k této problematice poskytnout nepřeberné množství dat, poznatků a řešení. Další schůzky směřovaly do prostorů zázemí aquaparku, kde mi bylo ukázáno veškeré technické zařízení. Vymodelování všech technických zařízení by bylo velmi časově náročné a proto mi bylo doporučeno se zaměřit na vzduchotechnickou jednotku, která má “nejčastější” problémy.

K této jednotce mi byly poskytnuty podklady v papírové formě jako např. montážní a provozní návod a centrální návod. Půdorysy a řezy mi byly zaslány v elektronické podobě a to ve formátu dwg a pdf. Data byla převážně získávána na osobních schůzkách a to formou nakopírování textů. V provozu, kde mě pan ředitel provázel jsem získával další data díky jeho vyčerpávajícím výkladům, které jsem si poctivě zapisoval. Další získaná data jsou fotografie vzduchotechnických jednotek, detailů prostupů vzduchotechniky a fotky z vnitřního a venkovního prostředí aquaparku. Poslední informací, kterou jsem získal byla analýza nedostatečného výkonu vzduchotechnické jednotky pro tobogán.

Myslím, že tato data jsou dostatečná ke zpracování mé bakalářské práce.

2.3 Zpracování dat

Data jsem zpracovával postupně během celého školního roku. Podklady pro teoretickou část jsem z větší části hledal v doporučené literatuře. V ČR zatím není zpracovaná pro tuto problematiku informačního modelování žádná norma. Jediným plně hodnotným podkladem je příručka pro BIM. Dále jsem čerpal z internetových stránek a v poslední řadě z naskenovaných článků od doc. Ing. Františka Kudy, CSc. Data pro praktickou část jsem začal zpracovávat v letním semestru, kdy má teoretická část byla za mnou a já se mohl věnovat podstatnější části. Nejprve jsem začal zpracováním textu, který popisuje historii aquaparku a jeho okolí. V dalším bodě je text zahrnující popis objektu již po rekonstrukci. Popsány jsou jednotlivé části (zóny) aquaparku, které mohou návštěvníci využít. K těmto

zónám jsou dále přiřazeny jednotky vzduchotechniky, které obsluhují, přivádí a odvádí potřebný vzduch pro každou zónu zvlášť. Pro lepší přehled bylo nutné vytisknout půdorysy jednotlivých podlaží, podle kterých jsem zpracovával 3D model aquaparku. Tyto “2D data” jsem se snažil předělat do podoby 3D modelu. Toto zpracování nebylo jednoduché a i přes to, že jsem měl k dispozici jak detailní půdorysy, tak řezy a v případech, kdy bylo nemožné z 2D dokumentů vyčíst např. prostupy vzduchotechniky konstrukcí mi byla užitečná fotodokumentace bez které bych si nedokázal představit problematický detail. A tohle je jeden z prvních důvodů, kdy např. při rekonstrukci nebo při výměně jednotlivé části vzduchotechniky se tento 3D model vyplatí mít pro zjištění aktuálního stavu detailu v objektu. Poslední zpracovaná data byla o zařízení – větrání prostoru tobogánové věže a dojezdu tobogánu, kde je přesný popis zařízení, výpočet průtoků vzduchů a následný popis vzniklých problémů.

2.4 Aquapark Uherské Hradiště

2.4.1 Historie aquaparku

Venkovní koupaliště vzniklo v 60. letech minulého století. Projekt výstavby krytého plaveckého bazénu zpracovala v 80. letech minulého století firma Sportprojekt Praha a.s. Do provozu byl bazén uveden roku 1991. V roce 2008 byl již plavecký bazén nevyhovující z hlediska hygienických a také z technických důvodů. V létě 2008 byl přerušen provoz venkovní části areálu a krytý plavecký bazén 30. června 2009. Proto nebylo možné jak venkovní, tak i krytý plavecký bazén nadále využívat. Touto problematikou se zabývala uherskohradišťská radnice již od roku 2003, kde vznikaly různé koncepce a studie na rekonstrukci tohoto objektu a na jeho modernizaci. Nebylo vůbec jednoduché najít strategického partnera, a to až do roku 2009, kdy se jím stala brněnská firma Unistav. V průběhu se rekonstrukce potýkala s několika problémy, kde např. muselo dojít i k opravě střechy, která nebyla vůbec plánována. Přestavba sportovně - relaxačního centra za 250 milionů korun byla dokončena v listopadu 2010. První návštěvníky přivítal tento objekt 21.12.2010. [18]

2.4.2 Popis budovy

a) Zóna 1

Tato zóna je zaměřena na kondiční plavání a výuku plavání jak jednotlivců, tak organizací či jiných zájmových skupin. Nachází se v ní dva bazény a parní kabina.

Plavecký bazén

- velikost 25m x 16,7m
- hloubka 1,3m až 1,9m
- 8 drah (1 dráha max. pro 10 osob)

Dětský výukový bazén

- velikost 12m x 8m
- hloubka 0,4 až 0,8m

Parní kabina

- společná parní kabina pro oba bazény
- samostatná sprcha

b) Zóna 2

Zóna 2 je určena pro aktivní vodní radovánky a bohaté sportovní vyžití, ale také i relaxaci. Tato zóna obsahuje:

Zábavný bazén

Zábavný bazén nepravidelného tvaru nabízí divokou řeku, vodní číši, vzduchovou lavici, vodní chrliče a dnové perličky. Pro relaxaci jsou určeny dva whirlpools s teplou vodou.

Dětské brouzdaliště

Tento bazén je určen pro děti a jejich rodiče. Součástí dětského brouzdaliště je chrlič a vodní hříbek. Toto brouzdaliště je na dohled od posezení v aqua baru.

Výplavový bazén

Tento bazén je celoročně vyhříván na 33°C a slouží ke koupání pod širým nebem.

Tobogány

V aquaparku se nachází dva tobogány (X Tube a Black hole). Startovní výška tobogánů je 15,4 metrů z částečně prosklené toboganové věže s výhledem na letní koupaliště.

X Tube

- jedná se o nejdelší tobogán v ČR
- celková délka atrakce 185,6 m
- provedení barevný laminát s prosvitem denního světla
- jízda pouze na nafukovacích duších jednomístných, dvoumístných i rodinných
- třímístných

Black hole

- celková délka atrakce 140 m
- jedinečné osvětlení tvořené barevnými diodami
- v provedení nerez
- jízda bez kruhů

c) Zóna 3

Zóna 3, označována také jako wellness centrum, je prostředí 4 saun navozující příjemnou uklidňující a relaxační atmosféru. Pro saunování může návštěvník zvolit prohřívárnu dle svých požadavků.

Finská – dřevěná

Balnárium – dřevěná

Turecká lázeň – keramická

Bylinná lázeň – keramická

Ochlazovací centrum

Slaný whirlpool

d) Zóna 4

Tato zóna je také nedílnou součástí aquaparku. Tou je moderní letní koupaliště nabízející celodenní vyžití všem věkovým kategoriím.

Víceúčelový bazén

Pro plavce je nachystáno 6 plaveckých drah z víceúčelového bazénu o délce 25 m. Součástí tohoto bazénu jsou atrakce pro všechny milovníky vody a zábavy. Jedná se o masážní lavice, perličky, míčový záliv, vodní chrliče, vlnový záliv, skluzavky, lezeckou stěnu a houpací síť.

Dětský bazén

Pro děti je určen venkovní dětský bazén s vodním hříbem, vzduchovými perličkami, vodním chrličem a ježkem. U bazénu je slunečníky stíněná plocha s pružinovými herními prvky pro menší děti.

Občerstvení

Součástí zóny 4 je letní terasa s občerstvením a bufet u dětského bazénu.

Sportovní hřiště

Součástí areálu jsou pro návštěvníky volně přístupná sportovní hřiště – víceúčelové, beachvolleybalové, pro pétanque a pro plážový fotbal. Samozřejmě je přístup na tobogány a nerezový výplavový bazén.

Restaurační zařízení

V areálu aquaparku je situováno pět restauračních zařízení - samoobslužná restaurace, aqua bar, venkovní bar s terasou, letní bufet a wellness bar. Každý z těchto provozů má svoji nabídku, která jistě zaujme dospělé i dětské návštěvníky.

Samoobslužná restaurace

Nachází se ve vstupní hala.

Aqua bar

Využijí jej především návštěvníci vnitřního prostoru vodních atrakcí (zóna 2).

Wellness bar

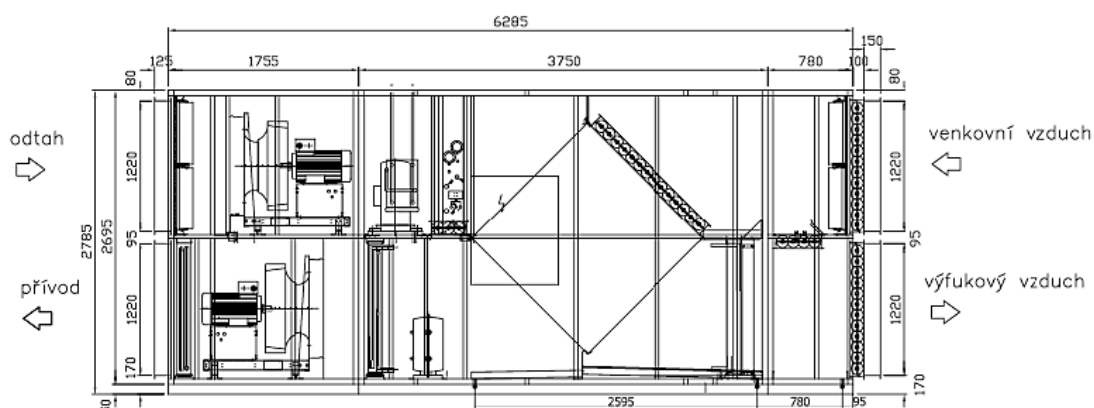
Odpočinkové posezení ve wellness baru (zóna 3).

Venkovní bar s terasou

Pro návštěvníky venkovní části aquaparku (zóna 4) je připravena krytá venkovní terasa.

2.5 Popis jednotek vzduchotechniky

Nosným vzduchotechnickým zařízením aquaparku jsou bazénové jednotky Frivent typ AquaVent s řídicím systémem Carel pCO. Celkem jsou zde 4 jednotky a každá je umístěná v jiné části nebo v jiném podlaží. Každá jednotka obsluhuje svoji část a to plavecký bazén, výcvikový bazén, relaxační bazén a tobogán.



Obr. 4 – Řez vzduchotechnickou jednotkou [Zdroj:autor]

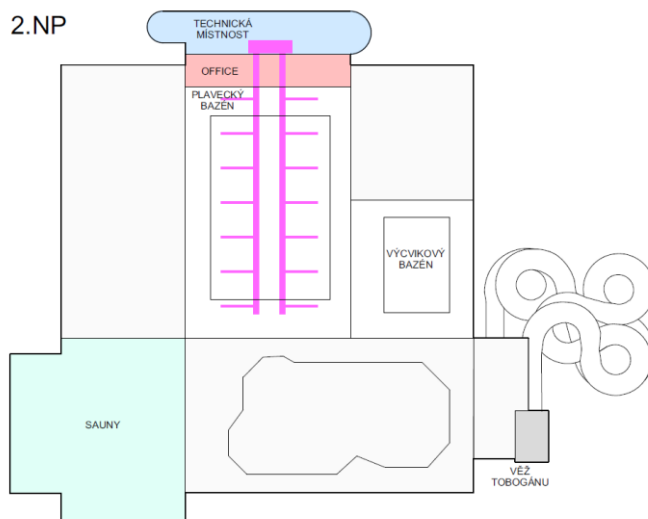
Tyto vzduchotechnické jednotky plní funkce jako např. ohřev, chlazení, větrání a odvlhčování bazénových prostor. Skladba jednotek pro přívod se skládá z komory filtrace, výměníku zpětného získávání tepla, komora cirkulace, tepelné čerpadlo (pro odvlhčování), ventilátor, výměník pro dohřev a ohřev vzduchu. Sekce pro odvod vzduchu je tvořena skladbou jako je komora filtrace, cirkulace, komora ZZT a ventilátorová komora. Ventilátory jsou bez spirální skříně s motory ovládanými frekvenčními měniči. Jednotky jsou vybaveny vodním ohřevačem vzduchu, který kryje tepelné ztráty bazénových prostor a v extrémě chladných měsících zajišťuje dohřev nasávaného čerstvého venkovního vzduchu.



Obr. 5 – Jednotka vzduchotechniky [Zdroj:autor]

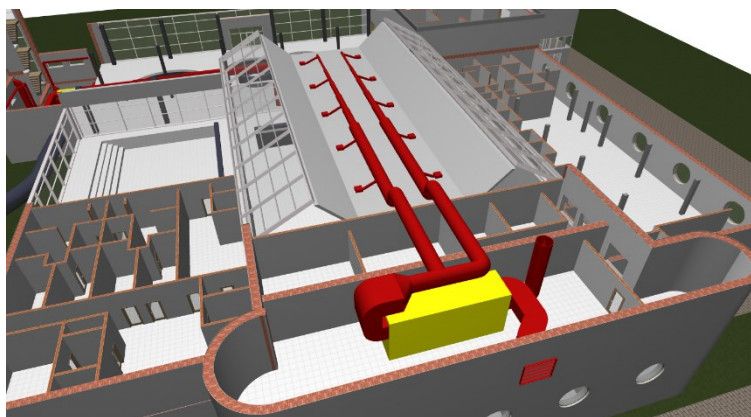
2.5.1 Jednotka plaveckého bazénu

Tato jednotka AquaVent DPH 200 WP sloužící pro plavecký bazén je umístěná ve strojovně vzduchotechniky 2.NP v místnosti technologie VZT. Její vzduchový výkon je 19 000 m³/h.



Obr. 6 – Schéma zakreslení VZT jednotky plaveckého bazénu [Zdroj:autor]

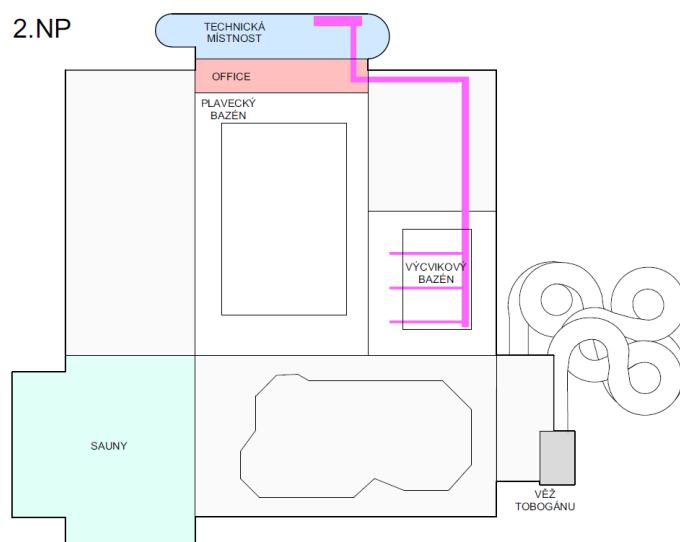
Koncepce distribuce vzduchu je zde volena s prioritou zabránění rosení okenních výplní otvorů na fasádě a přívodem čerstvého vzduchu po obvodu podlahy. Čerstvý venkovní vzduch je nasáván přes akusticky tlumící protidešťovou žaluzii a je veden tepelně izolovaným potrubím do jednotky. V jednotce je vzduch upraven a je vyfukován potrubím do prostoru bazénové haly potrubním kanálem vedeným v podzemním podlaží. Z kanálu v 1.PP je pak vzduch veden nástavci ke štěrbinovým vyústkám, které jsou osazeny po obvodu haly. Odvod vzduchu je řešen v horní části bazénové haly odsávacími vyústkami osazenými na odsávacím kruhovém potrubí pod střechou. Jednotka odsátý vzduch po rekuperaci vyfukuje do volného prostoru nad střechu objektu.



Obr. 7 – Informační model VZT jednotky plaveckého bazénu [Zdroj:autor]

2.5.2 Jednotka výcvikového bazénu

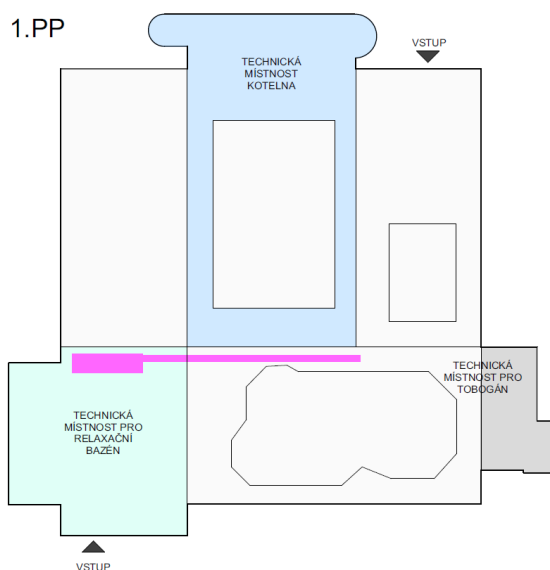
Pro tento prostor slouží jednotka AquaVent DPH 130 WP o vzduchovém výkonu 12 600 m³/h. tato jednotka je rovněž umístěna ve strojovně vzduchotechniky 2.NP v místnosti technologie VZT.



Obr. 8 – Schéma zakreslení VZT jednotky výcvikového bazénu [Zdroj:autor]

2.5.3 Jednotka relaxačního bazénu

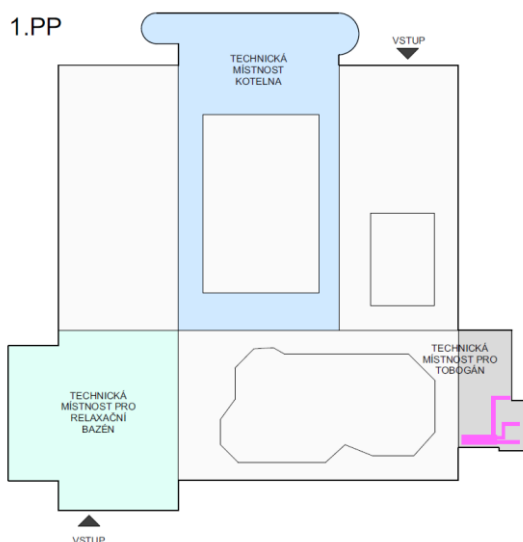
Jednotka je umístěná v 1.PP v místnosti technologie. Tato místnost se nachází přímo pod hlavním vstupem do objektu a prostor pokladny. Zde je bazénová jednotka AquaVent DPH 250 WP s vzduchovým výkonem 25 000 m³/h.



Obr. 9 – Schéma zakreslení VZT jednotky relaxačního bazénu [Zdroj:autor]

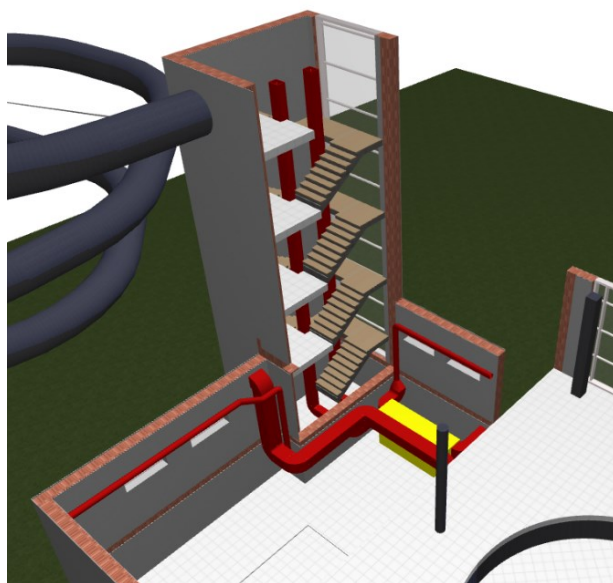
2.5.4 Jednotka tobogánu

Tato jednotka AquaVent DPH 063 WP slouží pro prostor věže a dojezdu tobogánu a je umístěná v 1.PP místnosti technologie pro tobogány. Její vzduchový výkon je 6 300 m³/h.



Obr. 10 – Schéma zakreslení VZT jednotky tobogánu [Zdroj:autor]

Sání vzduchu je řešeno stavebním anglickým dvorkem u paty věže s protidešťovou a protihlukovou žaluzií. Přívod vzduchu do věže je zajištěn potrubím vedený v šachtě schodiště a vzduch je vyfukován přívodními výústkami, nasměrovanými na prosklené plochy opláštění věže, aby nedocházelo k jejich mlžení a k následné kondenzaci vody na sklech a rámech. Odvod vzduchu je realizován potrubím v šachtě schodiště s odsávacími výústkami u jednotlivých schodišťových ramen a pod střechu věže.



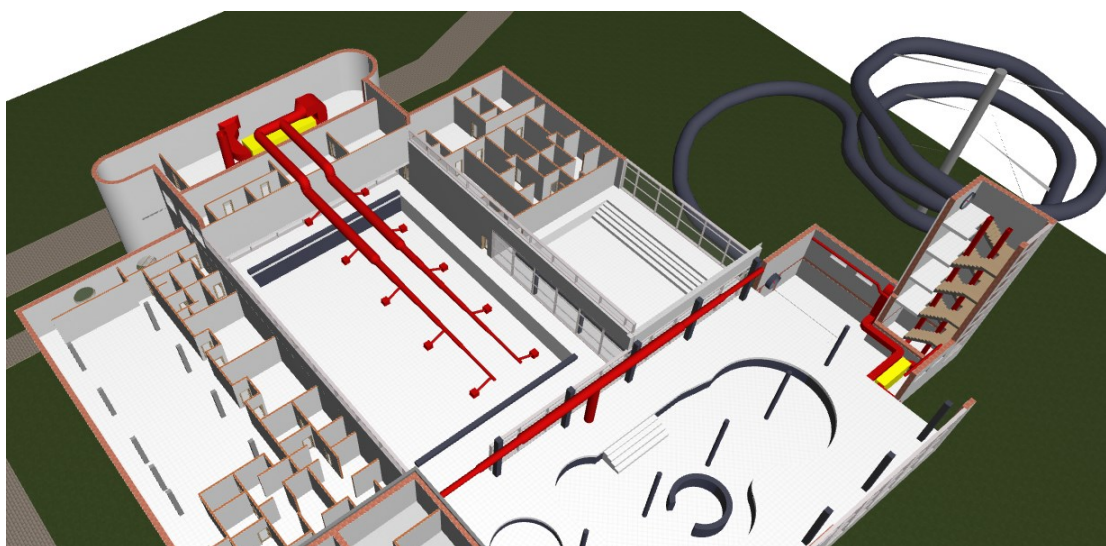
Obr. 11 – Informační model VZT jednotky tobogánu [Zdroj:autor]

2.6 Tvorba BIM modelu

V první řadě bylo důležité získat dostatečně kvalitní podklady, podle kterých bych mohl vytvořit reálný 3D model. Po ujasnění mého záměru mi byly poskytnuty výkresy v elektronické podobě pdf a dwg. 3D model jsem se snažil vytvořit co nejreálnější, avšak objekt je velmi obtížný na detaily a proto jsem model zjednodušil. Nicméně na řešení problémů a ukázkou si myslím, že vytvoření tohoto informačního modelu je dostačující.

Důležitými body bylo vytvořit nosné konstrukce a rozdělit tak “model“ na vodorovné a svislé části. Tento objekt je tvořen dvěma nadzemními a jedním podzemním podlaží a dále rozdělen na část vstupní haly, šaten, plaveckého bazénu, výcvikového bazénu, relaxačního bazénu, prostory saun, office a technické místnosti.

Další hlavní částí modelu bylo vytvoření rozvodů vzduchotechniky. VZT je znázorněna výraznou barvou z důvodu odlišnosti od stávajících konstrukcí. Na VZT jsou vyznačena místa, která jsou podstatou této bakalářské práce. Tyto vyznačené místa znázorňují poruchy a problémy se kterými se aquapark potýká.



Obr. 12 – Informační model celého aquaparku [Zdroj:autor]

2.6.1 ArchiCAD

K dispozici byly pouze půdorysy ve formátu dwg. Dříve tento formát byl k otevření pouze pro software od společnosti Autodesk. Společnost Graphisoft od které je mimo jiné i Archicad zapracovala v poslední době na importu jiných formátů. Tudíž od verze Archicad 17 můžeme otevírat prostřednictvím této verze i jiné formáty např. dwg.

3D model byl vytvořen studentskou verzí Archicad 19. Výkresy ve formátu dwg (Autodesk), které jsem měl k dispozici, byly nainportovány do Archicadu, tedy do formátu pln a tím mi byla výrazně ulehčena práce, protože nebylo potřeba používat dva softwary najednou, které spolu nespolupracují.

Archicad byl vybrán pro vytvoření 3D modelu z více důvodů. Tento software používám už od střední školy a dále jej využívám na vysoké škole. Dalším důvodem byly nově přidané elektrické knihovny pro vytvoření technického zařízení budovy o kterých se zmíním v další kapitole. Nicméně ve verzi Archicadu 19 programátoři vytvořili nové nástroje a nastavení, ale netrvalo dlouho a tyto změny jsem se během dne naučil. Uznal jsem, že tyto nové nástroje jsou během vytváření informačního modelu budovy důležité a užitečné.

2.6.2 TZB modelář

Je to tzv. doplněk Archicadu. Díky tomuto nástroji pro koordinaci a navrhování rozvodů vzduchotechniky, vody, kanalizace a elektra jsem zapracovat do celkového modelu poměrně reálné trasy vzduchotechniky. Nástroje, které TZB modelář obsahuje jsou např. roury, trubky, spojky, redukce apod. Kdo pracuje delší dobu s Archicadem, tak během pár hodin bude si bude s těmito nástroji TZB rozumět. Nejdůležitější je zprvopočátku zadat rozměry předmětu a počáteční výšku umístění. Lze projektovat ve 2D nebo 3D rozhraní. Velmi mi pomohla funkce inteligentního trasování, kdy jsem za pomoci vodících čar vytvořil rychle a přehledně větvenou síť VZT. Při dodatečném napojování jsem nemusel znovu nastavovat rozměry, pouze při kliknutí na část, již navržené trasy se automaticky ukázala možnost napojení rozvodu se stejnými vlastnostmi napojované trasy. Tento TZB modelář je velmi užitečným pomocníkem. Značně zjednoduší cestu k vypracování reálných rozvodů VZT.

2.7 Řešená vzduchotechnická jednotka obsluhující tobogán

Jak jsem již dříve zmiňoval, byla vybrána jedna vzduchotechnická jednotka z důvodu velikosti objektu a rozsáhlosti práce. Na této jednotce se zjistilo, že je nedostačující k výměně vzduchu v prostorách dojezdu a věže tobogánu. Tento problém je důsledkem mlžení se oken v těchto prostorech.

2.7.1 Popis problémů

Tato část sloužící pro odbavení tobogánové atrakce se skládá z dojezdového a schodišťového prostoru o sedmi podlaží. Prostory obsluhuje VZT jednotka umístěná v technické místnosti 1.PP, přímo pod částí věže a dojezdu tobogánu.

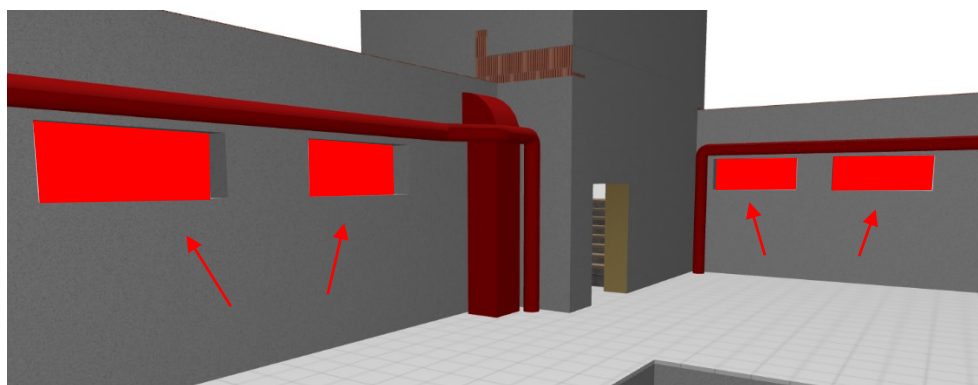
Tyto poznatky a měření se provedly až v průběhu provozu z důvodu vysoké teploty, vlhkosti a mlžení se oken.

V prostoru schodiště tobogánové věže je pro přívod vzduchu zvolena obdélníková vyústka s čelní úpravou perforovaným plechem. Nicméně tato úprava není schopna zajistit rovnoměrné ofukování celé plochy prosklené fasády.



Obr. 13 – Informační model s vyznačeným problémem neofukování prosklené fasády [Zdroj:autor]

V prostoru dojezdu tobogánu je přívod vzduchu zajištěný podélnou štěrbinou v podhledu. Okna pod přívodními vyústkami jsou běžně zcela zamlžena. Prakticky nedochází k ofukování skel a ochlazování stěny fasády místnosti.



Obr. 14 – Informační model s vyznačeným problémem rosení se oken [Zdroj:autor]

Pro obsluhovaný prostor dojezdu tobogánu je nutné zajistit objemový průtok vzduchu 9000 m³/h. Nicméně je navržena jednotka pro množství 6300 m³/h, což je nedostačující. Vzniká zde kondenzát o objemu 1l vody, který částečně kondenzuje na okenních výplních a částečně je difuzí distribuován do okolních prostorů a stavebních konstrukcí.

Tyto problémy jsou zapříčiněny mnoha důvody. Ve výkazu výměr jsou u zařízení VZT uvedeny pozice regulačních klapek umístěných v potrubí, ale ve výkresech nejsou klapky zakresleny. Vzhledem k charakteru potrubních rozvodů (jejich větvení, dimenze a napojení koncových elementů) nelze jednotlivá zařízení bez regulačních klapek zaregulovat. Tím je myšleno naprogramovat na optimální provoz.

Dalším důvodem jsou tlakové poměry, které nejsou řešeny v jednotlivých místnostech a mezi místnostmi navzájem. Zařízení obsluhující prostory bazénů jsou navržena tak, že přívod vzduchu je roven odvodu.

Důvodem je také plynulá regulace otáček ventilátoru bazénové jednotky. Dopravené množství vzduchu je stejné jako odvod, ale tohle potřebné množství vzduchu se liší podle období, a proto celoroční konstantní přívod a odvod je důsledkem vzniklých problémů. S ohledem na tuto skutečnost je jasné, že nejsou prostory vůči sobě navzájem v rovnotlaku. Prostory nejsou od sebe odděleny uzavíratelnými dveřmi, proto dochází k redistribuci tepla a vlhkosti mezi nimi.

Regulaci proudění vzduchu jednotky pro tobogán zajišťuje frekvenční měnič. Je to zařízení, které je připojeno k jednotce a mění otáčky elektromotorů. Tento měnič je nepřetržitě využíván a dochází u tohoto zařízení k přehřívání. Od výrobce je stanovena maximální působící teplota 70°C. Na měnič ale nepřetržitě působí 75°C a z toho důvodu dochází k častým poruchám.

V této jednotce je také potřeba měnit filtry. Je dáno odbornou firmou, že se tyto filtry mají měnit 2x do roka, ale z důvodu nepřetržitého provozu a velké výměny vzduchu se vyměňují 4x do roka.

Všechny tyto uvedené důvody mají za následek nedostatečnou výměnu vzduchu v prostoru dojezdu a věže tobogánu.

2.7.2 Návrh řešení

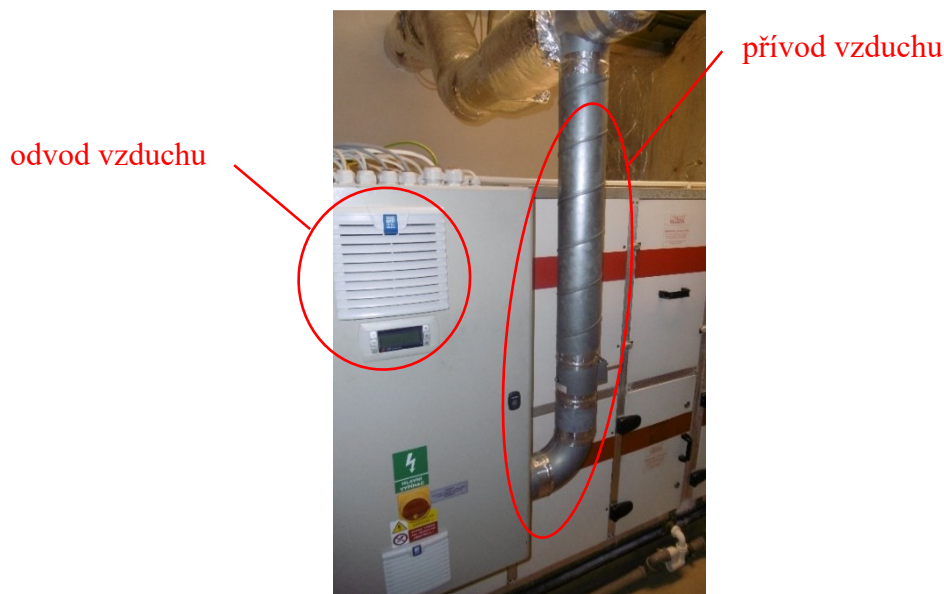
Řešení přívodu vzduchu v tobogánové věži lze místo původních obdélníkových vyústků s čelním úpravou preforovaným plechem vyřešit výměnou za vhodnější dvouřadé obdelníkové vyústky s nastavitelnými lamelami pro horizontální i vertikální směřování proudění vzduchu.

Dalším možným společným řešením je nastavit frekvenční měnič, tak aby pracoval co nejefektivněji a v různých obdobích zvyšoval nebo snižoval regulaci otáček ventilátoru pro dopravení požadovaného objemu vzduchu, ale to už zacházím do problematiky, kterou by bylo nutné detailně sledovat a měřit. Současně vyměnit vyústky a vyřešit tlakové poměry mezi prostory.



Obr. 15 – Frekvenční měnič VZT jednotky tobogánu [Zdroj:autor]

Pan ředitel spolu se správcem budovy jezdí na prohlídky i do jiných aquaparků, aby získali cenné zkušenosti v provozu a údržbě objektu. A právě jedno z řešení si přivezli z nedalekého aquaparku v Rakousku. Jedná se o snížení teploty v měniči z 75°C na 60°C. Do skříně, ve kterém je uzavřen měnič byl napojen přívod studeného vzduchu a na dveře skříně byl přidán ventilátor pro odvod vzduchu.



Obr. 16 – Napojení studeného vzduchu na měnič [Zdroj:autor]

Nejdůležitějším řešením pro tuto obsluhovanou část aquaparku je zajistit dostatečný objem výměny vzduchu. Proto jako poslední možná varianta řešení se nabízí investovat do nové a výkonnější vzduchotechnické jednotky.

Není jednoduché vyřešit všechny problémy tak, aby byl výsledek co nejefektivnější, ale lze toho postupně dosáhnout eliminací jednotlivých problémů vzduchotechniky nebo výměnou nedostačující jednotky za výkonnější.

2.8 Závěr

Tématem mé bakalářské práce byl informační model budovy v provozu objektu aquaparku. Předmětem této práce je vytvoření 3D modelu, popis objektu, popis vzniklých problémů a návrh na odstranění.

V úvodu své bakalářské práce se zabývám metodikou BIM, kde jsem vysvětlil hlavní pojmy, rozdílnost od klasického navrhování a pro koho je BIM důležitý. Dále bylo poukázáno na data, která se získávají během celého životního cyklu stavby a negeometrické informace a plán informačního modelování. Poslední zmínkou je o softwaru pro uživatele BIM a úroveň podrobnosti elementů.

V úvodu praktické části jsem popsal důvod výběru tohoto tématu. Následně jsem detailně popsal budovu a její historii. Důležitým bodem byl i sběr dat, kde jsem podrobně popsal možnosti výběru objektu, schůzky s ředitelem aquaparku a možnosti řešení TZB.

U zpracování dat jsem popsal, jakým způsobem jsem zpracoval teoretickou část a také jak jsem tvořil 3D model podle 2D dokumentace.

Informace pro teoretickou část jsem získal především z doporučené literatury, internetových stránek a naskenovaných článků. Pro praktickou část byl hlavním zdrojem pan ředitel, který mi poskytl výkresy v elektronické podobě, naskenované textové podklady pro vzduchotechniku, provedl mě po technických místnostech objektu a další informace byly získané formou poznámek z jeho výkladu.

Tím, že stavbu provozujeme, teprve v této době můžeme zjistit vzniklé problémy. Tyto problémy jsou zapříčiněny běžícím provozem, které je nutno ve fázi provozu odstranit. Myslím, že informace, které jsem získal jsou dostačující k představení a návrhu vyřešení této problematiky. Cíl práce, použít získané vědomosti na praktickou část a vytvořit tak 3D model a zakreslit vzduchotechniku a následně tento model využít pro vyznačení a vyřešení vzniklých problémů, se z mého pohledu podařilo.

2.9 Seznam použitých pramenů

Odborné publikace

- [1] ČERNÝ, M., POSPÍŠILOVÁ, B., VYHNÁLEK, R., TOMANOVÁ, Š., JIRÁT, M., LUBAS, A., VANĚK, P. *BIM příručka*. 1. 1. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. 80s. ISBN: 978-80-260-5297- 5.
- [2] PTÁČEK, R., POUR, P., SOUKUP, P. *BIM projektování v ArchiCADu: pro profesionály i laiky*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 324 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-4165-9.
- [3] SMITH, Dana K. a Michael TARDIF. *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. Hoboken, NJ: Wiley, 2009, ISBN 978-0-470-25003-7

Internetové zdroje

- [4] Issuu [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z:
<https://issuu.com/adam.husseini/docs/to_print_1>
- [5] Issuu [online]. [cit. 2016-02-23]. Dostupné z:
<https://issuu.com/bimprojects/docs/bim_projects_-_portfolio-issue>
- [6] ČERVENKA, Jan. BIM projektování v praxi. In: *Tzb-info* [online]. Česká Republika: Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR, s.r.o., 2015 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/bim/13377-bim-projektovani-v-praxi>>
- [7] Bim project [online]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z:
<<http://www.bimproject.cz/projektovani-v-bim/>>
- [8] Open bim [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z:
<<http://www.openbim.cz/#!vyhody/ctx>>
- [9] TOMÁNKOVÁ, Štěpánka. Nová norma BIM pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu. In: *Tzb-info* [online]. Česká Republika: WALINGER, 2014 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/bim/11696-nova-norma-bim-pro-sdileni-dat-ve-stavebnictvi-a-ve-facility-managementu>>

- [10] Na zdi [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z:
<<http://www.nazdi.cz/2013/04/uroven-podrobnosti-v-bim-projektu.html>>
- [11] Bimfo [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z:
<<http://www.bimfo.cz/Aktuality/Jak-zvolit-uroven-LOD.aspx>>
- [12] Cegra [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z:
<<http://www.cegra.cz/227-produkty-software-archicad.aspx>>
- [13] Vacon [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z:
<<http://www.vacon.com/Subsidiaries/Europe/CzechRepublic/>>
- [14] Firemní článek. BIM – revoluční způsob projektování, budoucnost českých staveb. In: *Tzb-info* [online]. Česká Republika: OBERMEYER HELIKA a.s, 2016 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/bim/13821-bim-revolucni-zpusob-projektovani-budoucnost-ceskych-staveb>>
- [15] Systemonline [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z:
<<http://m.systemonline.cz/it-asset-management/digitalni-model-budovy.htm>>
- [16] Odborná rada pro BIM [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z:
<<http://czbim.org/22-bim-4-all.aspx>>
- [17] Cegra [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z:
<<http://www.cegra.cz/207-bim.aspx>>
- [18] Aquapark Uherské Hradiště [online]. [cit. 2016-03-22]. Dostupné z:
<<http://www.aquapark-uh.cz/mapa-arealu>>

2.10 Seznam grafů

Graf 1 - Vývoj navrhování	14
Graf 2 – Časové plánování	23

2.11 Seznam obrázků

Obr. 1 - Sdílení databáze mezi účastníky výstavby	20
Obr. 2 – Hlavní vstup do aquaparku	28
Obr. 3 – Schématická mapa aquaparku	29
Obr. 4 – Řez vzduchotechnickou jednotkou	35
Obr. 5 – Jednotka vzduchotechniky	35
Obr. 6 – Schéma zakreslení VZT jednotky plaveckého bazénu	36
Obr. 7 – Informační model VZT jednotky plaveckého bazénu	36
Obr. 8 – Schéma zakreslení VZT jednotky výcvikového bazénu	37
Obr. 9 – Schéma zakreslení VZT jednotky relaxačního bazénu	37
Obr. 10 – Schéma zakreslení VZT jednotky tobogánu	38
Obr. 11 – Informační model VZT jednotky tobogánu	38
Obr. 12 – Informační model celého aquaparku	39
Obr. 13 – Informační model s vyznačeným problémem neofukování prosklené fasády	41
Obr. 14 – Informační model s vyznačeným problémem rosení se oken	41
Obr. 15 – Frekvenční měnič VZT jednotky tobogánu	43
Obr. 16 – Napojení studeného vzduchu na měnič	44

2.12 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výpočet a posouzení VZT jednotky sloužící pro tobogán

Příloha č. 2 – Montážní a provozní návod

Příloha č. 3 – Popis VZT jednotek Frivent

Příloha č. 4 – Informační model – další náhledy

Příloha č. 5 – Fotodokumentace vzduchotechniky

2.13 Seznam výkresů

Výkres č. 1 – Vzduchotechnika – půdorys 1.NP – část A	1:200	2xA4
Výkres č. 2 – Vzduchotechnika – půdorys 1.NP – část B	1:200	2xA4
Výkres č. 3 – Vzduchotechnika – půdorys 2.NP	1:200	2xA4
Výkres č. 4 – Vzduchotechnika – půdorys 1.PP	1:200	2xA4
Výkres č. 5 – Vzduchotechnika – řezy	1:200	2xA4
Výkres č. 6 – Půdorys 1.NP – část A	1:100	12xA4
Výkres č. 7 – Půdorys 1.NP – část B	1:100	12xA4
Výkres č. 8 – Půdorys 2.NP – část A	1:100	12xA4
Výkres č. 9 – Půdorys 2.NP – část B	1:100	12xA4